CHAPITRE 2 : LA DEMANDE EN EAU

Objectifs pédagogiques :

- Comprendre le contexte de l'alimentation en eau potable au Cameroun
- Savoir estimer les besoins en eau pour différents types de consommateurs
- Maîtriser l'utilisation des coefficients de pointe
- Calculer les débits de dimensionnement des ouvrages (du captage au robinet)
- Intégrer les contraintes spécifiques (incendie, pression, qualité)

PLAN DÉTAILLÉ DU CHAPITRE

0- INTRODUCTION

- 0.1- Historique de l'eau potable au Cameroun
- 0.2- Généralités sur l'eau et la santé
- 0.3- Conception générale d'un réseau d'eau potable
- 0.4- Acteurs institutionnels du secteur au Cameroun

1- TYPES DE DEMANDES EN EAU ET EXIGENCES DE QUALITÉ

- 1.1- Classification des consommateurs
- 1.2- Exigences de qualité selon l'usage
- 1.3- Notion d'eau potable et normes

2- ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

- 2.1- Besoins domestiques
- 2.2- Besoins publics et collectifs
- 2.3- Besoins industriels
- 2.4- Besoins touristiques
- 2.5- Autres besoins (agriculture, élevage)

3- VARIATIONS TEMPORELLES DE LA CONSOMMATION

- 3.1- Consommation moyenne
- 3.2- Projection démographique et évolution des besoins
- 3.3- Pointe journalière (coefficient K1)

- 3.4- Pointe horaire (coefficient K2)
- 3.5- Les pertes d'eau (coefficient K3)

4- DÉBITS DE CALCUL DES OUVRAGES

- 4.1- Débits pour les ouvrages de production et d'adduction
- 4.2- Débits pour les ouvrages de distribution
- 4.3- Débit probable pour les installations intérieures
- 4.4- Prise en compte de la défense incendie
- 4.5- Récapitulatif des formules

5- EXIGENCES DE PRESSION ET ADÉQUATION RESSOURCE/BESOIN

- 5.1- Pressions minimales et maximales à respecter
- 5.2- Vérification de l'adéquation ressource/besoin
- 5.3- Impact économique des pertes

6- EXERCICES D'APPLICATION

ANNEXES

- Annexe 1.1 : Statistiques CAMWATER
- Annexe 1.2 : Tableau des besoins par type d'établissement
- Annexe 1.3 : Débits unitaires des appareils sanitaires
- Annexe 1.4 : Courbes de variation de la consommation

0- INTRODUCTION

0.1- Historique de l'eau potable au Cameroun

L'alimentation en eau potable au Cameroun a connu plusieurs phases importantes :

Période coloniale et post-indépendance (avant 1967) :
L'approvisionnement se faisait principalement par des puits et forages. La desserte était limitée aux centres urbains et aux populations européennes. Les zones rurales dépendaient des sources naturelles et des cours d'eau, avec des risques sanitaires élevés.

Création de la SNEC (1967-2009) :
La Société Nationale des Eaux du Cameroun (SNEC) a été créée par décret présidentiel pour gérer la production et la distribution de l'eau potable en milieu urbain. C'est une

société d'économie mixte avec l'État comme actionnaire principal. Pendant cette période :

- Extension des réseaux dans les grandes villes
- Création de centres de traitement
- Mais difficultés d'entretien en zone rurale

Naissance de la CAMWATER (2009 à aujourd'hui) :
Face aux défis de performance et d'investissement, l'État a réformé le secteur par décret présidentiel n°2009/179 du 15 mai 2009, créant la **Cameroon Water Utilities Corporation (CAMWATER)**. C'est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) qui devient le maître d'ouvrage délégué de l'État.

Délégation de service public :
L'exploitation commerciale a été confiée à la société CDE (Cameroon Water) dans le cadre d'un contrat d'affermage. Ainsi :

- **CAMWATER** : propriétaire des infrastructures, planifie et finance les investissements
- **CDE** : gère l'exploitation, la facturation, la maintenance courante

Défis actuels :

- Vétusté des infrastructures (certaines datent des années 1950-60)
- Croissance démographique rapide (>2,5% par an)
- Urbanisation non maîtrisée (bidonvilles difficiles à desservir)
- Faible pouvoir d'achat limitant les branchements
- Raccordement entre production et demande (ex: Yaoundé déficitaire)

Projets structurants :

- **PAEPYS** (Projet d'Alimentation en Eau Potable de Yaoundé et ses environs) : captage dans la Sanaga, production de 300 000 m^3/j
- **PAEPIM** (Projet d'Alimentation en Eau Potable des villes secondaires)
- Programme d'urgence pour l'eau en zone rurale

0.2- Généralités sur l'eau et la santé

L'eau est un besoin fondamental et un facteur clé du développement. La **Politique Nationale de l'Eau (PNE)** du Cameroun, adoptée en 1998 et révisée, vise à garantir une gestion équitable, durable et intégrée des ressources pour tous les usages.

Objectifs nationaux (SND30) :

- Atteindre 90% de taux d'accès à l'eau potable d'ici 2030
- Réduire de moitié le temps d'accès à l'eau en zone rurale
- Améliorer la continuité du service (passer de 18h/j à 24h/j dans les villes)

Situation actuelle (estimations 2024-2025) :

Indicateur	National	Urbain	Rural
Accès à l'eau potable	70-75%	82-85%	52-57%
Branchements particuliers	-	51% en zone CAMWATER	-
Bornes-fontaines	-	30%	40%
Sources aménagées/puits	-	19%	60%

Source : UNICEF, CAMWATER, INS

Liens eau-santé :

- 80% des maladies dans les pays en développement sont liées à l'eau insalubre
- Diarrhées, typhoïde, choléra, parasitoses intestinales
- Importance de la qualité ET de la quantité (hygiène)

0.3- Conception générale d'un réseau d'eau potable

Un système d'alimentation en eau potable (AEP) est une chaîne d'ouvrages allant de la ressource au consommateur.

Schéma classique :

Fonction de chaque élément :

1. **Captage** : prélève l'eau brute (rivière, lac, nappe phréatique, source)
2. **Traitement** : rend l'eau potable (décantation, filtration, désinfection)
3. **Adduction** : transporte l'eau traitée vers les zones de consommation
4. **Stockage** : régule les variations horaires et assure une réserve (incendie, panne)
5. **Distribution** : achemine l'eau jusqu'aux abonnés

6. **Branchements** : relient le réseau public aux habitations

Principe fondamental : Chaque ouvrage est dimensionné pour un débit différent, calculé à partir de la **demande en eau** estimée à l'horizon du projet.

0.4- Acteurs institutionnels du secteur au Cameroun

Acteur	**Rôle**
MINEE (Ministère de l'Eau et de l'Énergie)	Définition de la politique sectorielle, réglementation, planification
CAMWATER	Maître d'ouvrage délégué, propriétaire des infrastructures, planification des investissements
CDE (Cameroon Water)	Exploitant en affermage (production, distribution, facturation)
Communes	Compétence eau en milieu rural (maîtrise d'ouvrage communale)
FEICOM	Financement des infrastructures communales
PAD / PIP	Projets d'investissement publics
Bailleurs de fonds	Financement (BAD, BM, AFD, KfW, UE)

1- TYPES DE DEMANDES EN EAU ET EXIGENCES DE QUALITÉ

1.1- Classification des consommateurs

On distingue plusieurs catégories de consommateurs, ayant des besoins quantitatifs et qualitatifs différents :

Type de consommateur	**Exemples**	**Caractéristiques**
Domestique	Ménages en habitat individuel ou collectif	Consommation régulière, forte variation horaire
Public	Écoles, hôpitaux, administrations, casernes	Consommation concentrée en journée
Collectif	Marchés, gares routières, lieux publics	Pointes liées à l'affluence
Commercial	Boutiques, restaurants, buvettes	Souvent inclus dans besoins domestiques
Industriel	Usines, agro-industrie, brasseries	Parfois alimentation propre
Touristique	Hôtels, lodges, campements	Forte saisonnalité
Agricole	Élevage, irrigation maraîchère	Souvent eau non potable

1.2- Exigences de qualité selon l'usage

Tous les usages ne nécessitent pas la même qualité d'eau :

Usage	Qualité requise	Remarque
Boisson, cuisine, hygiène corporelle	**Eau potable**	Normes OMS/CAMWATER strictes
Lavage du linge, vaisselle	Eau potable	Risque de contamination par contact
Douche, bain	Eau potable	Absorption cutanée, inhalation
Chasses d'eau WC	Eau non potable possible	Réseau séparé (économie)
Arrosage espaces verts	Eau brute possible	Hors réseau AEP
Nettoyage des rues	Eau brute possible	Utilisation d'eau de surface
Refroidissement industriel	Eau traitée non potable	Recyclage possible
Incendie	Eau brute	Réserve dédiée

Concept innovant : Dans les grands projets, on peut concevoir des **réseaux séparés** (eau potable + eau brute) pour économiser l'eau de qualité.

1.3- Notion d'eau potable et normes

Une eau est dite **potable** quand elle peut être consommée sans risque pour la santé sur toute une vie. Elle doit répondre à des critères stricts :

Normes de référence :

- OMS (Organisation Mondiale de la Santé) : directives internationales

- Normes camerounaises : NC 207:2019 (eau de consommation humaine)
- Règlementation CAMWATER/CDE (cahier des charges)

Principaux paramètres :

Paramètre	**Valeur guide (OMS)**	**Risque en cas de dépassement**
Bactéries coliformes	0 /100 ml	Maladies diarrhéiques
Turbidité	< 5 NTU	Protection désinfection
pH	6,5 - 8,5	Corrosion / entartrage
Chlore résiduel	0,2 - 0,5 mg/l	Désinfection efficace
Nitrates	< 50 mg/l	Méthémoglobinémie (bébés)
Fluor	< 1,5 mg/l	Fluorose dentaire
Plomb	< 0,01 mg/l	Neurotoxique

2- ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

L'estimation des besoins futurs est l'étape la plus critique du dimensionnement. Elle repose sur des **dotations** (consommation par unité) et des **projections**.

2.1- Besoins domestiques

La dotation domestique (en litres par jour et par habitant) varie selon :

- Le niveau de vie et l'équipement sanitaire
- Le type d'habitat (individuel, collectif, bidonville)
- Le climat (besoins accrus en saison sèche)
- Le mode d'alimentation (branchement particulier ou borne-fontaine)

- Le prix de l'eau et la facturation

Valeurs indicatives pour le Cameroun (à adapter selon projet) :

Type de zone	Dotation (l/j/hab)	Observations
Métropole (Douala, Yaoundé)	120 - 200	Classe moyenne/aisée, équipements complets
Ville moyenne (Bafoussam, Garoua)	100 - 140	Mixte, branchements partiels
Centre urbain secondaire	80 - 120	Habitat semi-équipé
Zone rurale équipée	50 - 80	Branchements individuels
Zone rurale (bornes-fontaines)	20 - 40	Consommation sociale minimale
Bidonville périurbain	30 - 60	Forte densité, peu de branchements

Référence OMS : minimum vital = 55 l/j/hab (boisson 5, hygiène 20, toilette 15, cuisine 10, ménage 5)

2.2- Besoins publics et collectifs

Établissement	Dotation unitaire	Unité
Hôpital central	500 - 700	l/j/lit
Hôpital de district	300 - 400	l/j/lit

Établissement	Dotation unitaire	Unité
Centre de santé	200 - 300	l/j/lit
École primaire (externat)	10 - 20	l/j/élève
Lycée/collège (externat)	20 - 30	l/j/élève
Établissement avec internat	50 - 70	l/j/élève
Université	100 - 200	l/j/étudiant
Administration	100 - 200	l/j/employé
Caserne militaire	150 - 250	l/j/soldat
Prison	150 - 200	l/j/détenu
Marché	5 - 10	l/j/m^2
Arrosage espaces verts	3 - 5	l/j/m^2
Nettoyage des rues	2 - 4	l/j/m^2

2.3- Besoins industriels

Petites industries (souvent branchées sur réseau AEP) :

Industrie	Dotation	Unité
Boulangerie	1 - 2	l/kg de pain
Industrie laitière	5 - 10	l/litre de lait
Conserverie	6 - 15	l/kg de produit
Abattoir	500 - 1000	l/tête (variable)
Blanchisserie	20 - 40	l/kg de linge

Grandes industries (généralement alimentation propre) :

Industrie	Dotation	Unité
Brasserie	5 - 15	m^3/m^3 de bière
Sucrerie	2 - 15	m^3/t de betteraves
Papeterie	50 - 300	m^3/t de papier
Tannerie	20 - 140	m^3/t de cuir
Textile	100 - 300	m^3/t de tissu
Sidérurgie	6 - 300	m^3/t d'acier
Raffinerie	1 - 20	m^3/t de pétrole

Industrie	Dotation	Unité
Centrale thermique	3 - 400	m^3/MWh

2.4- Besoins touristiques

Catégorie d'hôtel	Dotation (l/j/lit)	Remarques
Hôtel économique	200 - 300	Prestations basiques
Hôtel moyenne gamme	300 - 500	Restaurant, piscine éventuelle
Hôtel haut de gamme	500 - 800	Piscine, spa, plusieurs restaurants
Hôtel de luxe (5*)	800 - 1200	Piscines, spas, jardins arrosés
Lodge écologique	150 - 300	Gestion économe

2.5- Autres besoins

Élevage :

Animal	Dotation (l/j/tête)
Bœuf	30 - 50
Cheval	40 - 60
Porc	10 - 20

Animal	Dotation (l/j/tête)
Mouton/chèvre	5 - 10
Poule (100)	10 - 15

Irrigation :

- Maraîchage : 20 - 40 m^3/j/ha (variable selon climat et culture)
- Arboriculture : 15 - 30 m^3/j/ha

3- VARIATIONS TEMPORELLES DE LA CONSOMMATION

La consommation n'est pas constante. Elle varie selon :

- **L'année** : évolution du niveau de vie et de la population
- **La saison** : plus forte en saison sèche et chaude
- **Le jour** : variations selon les activités (lundi vs dimanche)
- **L'heure** : pointes matin et soir, creux la nuit

3.1- Consommation moyenne

La consommation journalière moyenne actuelle Q_{jm} s'obtient par enquête ou relevé de compteurs.

3.2- Projection démographique et évolution des besoins

Projection de la population :

$$\mathbf{N_f = N(1+\tau)^n}$$

- Nf : Nombre d'habitants à l'année future (horizon du projet).
- N_o : Nombre d'habitants à l'année de référence.
- τ : Taux d'accroissement annuel de la population (souvent entre 2% et 4% au Cameroun selon les villes).
- n : Nombre d'années entre la référence et l'horizon du projet.

2. **Projection de la dotation:**

$$D_f = D(1+\delta)^n$$

- D_f: Dotation moyenne future (l/jour/hab).
- D_0 : Dotation moyenne actuelle.
- δ : Taux d'évolution annuelle de la consommation (lié au niveau de vie, environ 1 à 2%).
- n : Nombre d'années.

3. **Consommation journalière moyenne totale :**

   $Q_{jm} = N_f \times D_f$

   (Exprimée en m³/jour, attention aux unités)

   Si la ville a des quartiers hétérogènes :

$$Q_{jm} = \sum_i N_{fi} \times D_{fi}$$

3.3- Pointe journalière (K1)

Elle tient compte des variations de consommation sur l'année (saison sèche, retours de vacances, etc.). Les ouvrages de production, traitement et adduction doivent être capables de fournir le débit du jour le plus chargé de l'année.

$$K_1 = \frac{Q_{j\max}}{Q_{jm}}$$

Généralement, $K1$ varie entre **1,3 et 1,6**. On prendra une valeur proche de 1,6 pour les zones touristiques ou à forte activité saisonnière.

3.4- Pointe horaire (K2)

Elle tient compte des variations de consommation au cours de la journée (heures de pointe du matin et du soir). Les ouvrages de distribution (réseau, réservoirs, pompes de reprise) doivent être capables de fournir le débit de l'heure la plus chargée de la journée de pointe.

$$K_2 = \frac{Q_{h\max}}{Q_{hm}}$$

Sa valeur dépend de la taille de l'agglomération :

- **Grande ville (Douala, Yaoundé) :** $K2=1,5$ a` $2,0$
- **Ville moyenne (Bafoussam, Garoua) :** $K2=2,0$ a` $2,5$
- **Zone rurale / petit centre :** $K2=2,5$ a` $3,5$ (les pics de consommation sont plus marqués).

3.5- Les pertes d'eau (K3)

Tout réseau subit des pertes (fuites, purges, lavage de réservoirs). Il faut en tenir compte pour dimensionner la production.

$K3$

$K3=1,15$ a` $1,20$: Réseau neuf, bien entretenu et géré (objectif pour les nouvelles infrastructures).

- $K3=1,25$ a` $1,35$: Réseau moyennement entretenu.
- $K3=1,40$ a` $1,50$: Réseau vétuste ou mal entretenu.

$$K_3 = \frac{\text{Volume produit}}{\text{Volume consommé facturé}}$$

4- Le débit de calcul des différents ouvrages du réseau

C'est l'application pratique des coefficients. Leur combinaison permet de dimensionner chaque partie du système à la mesure de sa fonction.

- **Volume annuel à produire (ressource) :**

$$V_{an} = K_3 \times 365 \times Q_{jm}\ (m^3/an)$$

- **Débit de dimensionnement des ouvrages de production et d'adduction (captage, traitement, conduite d'adduction) :** Ils doivent fonctionner 24h/24 pour fournir l'eau du jour de pointe.

$$\boxed{Q_{adduction} = Q_{j\max} = K_3 \times K_1 \times Q_{jm}\ (m^3/jour)}$$

Souvent, on utilise aussi un débit horaire pour ces ouvrages, en divisant par 24h.

- **Débit de dimensionnement du réseau de distribution :** C'est le plus fort débit horaire, celui qui sollicite le plus le réseau.

$$\boxed{Q_{distribution} = Q_{h\max} = \frac{K_3 \times K_2 \times K_1 \times Q_{jm}}{24}\ (m^3/h)}$$

Pour le dimensionnement des conduites, on convertira ce débit en l/s ou m^3/s.

.3- Débit probable pour les installations intérieures (NOUVEAU)

Pour dimensionner les branchements individuels, les colonnes montantes d'immeuble, ou les réseaux intérieurs de plomberie, on ne peut pas utiliser directement $Q_{h\max}$ car tous les appareils ne fonctionnent pas simultanément.

On utilise la **formule du débit probable** (ou méthode des débits simultanés) :

$$\boxed{Q_p = k \times \sqrt{\sum Q_i}}$$

Où :

- Q_p = débit probable (l/s)
- $\sum Q_i$ = somme des débits unitaires de tous les appareils desservis (l/s)
- k = coefficient de simultanéité dépendant du type de bâtiment

Valeurs usuelles de k :

- Logements collectifs : 0,2

- Bureaux, administrations : 0,25
- Écoles : 0,3
- Hôtels : 0,25
- Hôpitaux : 0,2

ANNEXE 1.1: Quelques statistiques de la CAMWATER (Cameroun)

Basées sur les rapports disponibles et la presse .

- **Acteur principal en milieu urbain :** Cameroon Water Utilities Corporation (CAMWATER).
- **Production d'eau :** Le volume d'eau émis est en progression, atteignant environ **227 millions de m^3 en 2024**.
- **Taux de desserte :** Environ 51% de la population dans sa zone de concession, avec de fortes disparités.
    - *Exemple à Yaoundé (2025) :* Seulement 43% de la population a un accès direct au réseau (environ 162 000 points de livraison) .
- **Capacité de production :** Estimée à environ 854 590 m^3 par jour (chiffre global) .
- **Besoins non satisfaits :** La ville de Yaoundé a des besoins estimés à 250 000 m^3/jour, mais ne recevait que 185 000 m^3/jour avant la mise en service partielle du PAEPYS .
- **Objectif national (SND30) :** Atteindre 90% de taux d'accès à l'eau potable d'ici 2030 .
- **Milieu rural :** Géré par l'État et les communes. Le taux d'accès à une source d'eau améliorée en milieu rural était d'environ 57% en 2018 .

ANNEXE 1.2: Exemples de besoins en eau (contexte camerounais)

Type de besoin	**Dotation indicative**	**Remarques**
Domestique (Grande ville)	120 - 200 l/jour/hab	Classe moyenne/aisée avec équipements complets.
Domestique (Ville moyenne)	80 - 140 l/jour/hab	Mixte, avec branchements partiels.

Type de besoin	Dotation indicative	Remarques
Domestique (Rural)	50 - 80 l/jour/hab	Souvent avec branchement ou borne-fontaine.
Borne-fontaine	20 - 40 l/jour/hab	Consommation sociale de base.
Hôpital (Central)	500 - 700 l/jour/lit	Blanchisserie, cuisine, services.
Hôpital (District)	300 - 400 l/jour/lit	Services de base.
Lycée (avec internat)	50 - 70 l/jour/élève	Douches, sanitaires, cantine.
Hôtel de Luxe (Yaoundé/Douala)	800 - 1200 l/jour/lit	Piscines, spas, restaurants, climatisation.
Petite industrie (Brasserie)	Forte consommation	Généralement alimentée par forage privé.

ANNEXE 1.3: Variation de la consommation d'eau

(Cette annexe reprend l'idée du document source, essentielle pour expliquer les pointes.)

La consommation d'eau varie selon plusieurs échelles de temps :

1. **Variation saisonnière :** La consommation est maximale en saison sèche et chaude (généralement de novembre à mars/avril au Cameroun), due aux fortes chaleurs et à l'absence de pluie. C'est ce qui détermine le **coefficient de pointe journalière K1**.
2. **Variation journalière :** On observe souvent des pics de consommation en début de semaine (lundi) par rapport au week-end.
3. **Variation horaire (la plus importante pour le réseau) :**
   - **Heure de pointe du matin :** Entre 6h et 9h, pic d'activité (douche, préparation des repas, nettoyage).
   - **Heure de pointe du soir :** Entre 18h et 21h, retour au domicile, préparation du dîner.

- **Heure creuse :** En milieu de matinée, en début d'après-midi et surtout la nuit (0h - 5h), la consommation chute fortement.

  C'est cette variation horaire qui justifie l'utilisation du **coefficient K2** pour le dimensionnement des conduites de distribution, qui doivent pouvoir supporter la pointe sans perte de pression excessive.

TRAVAUX DIRIGÉS N°1 : ESTIMATION DE LA DEMANDE EN EAU

Exercice 1 : Calcul de base pour un quartier résidentiel

Énoncé :
Vous êtes chargé de dimensionner le réseau de distribution d'eau potable pour un nouveau quartier résidentiel de la ville de **Douala**. Le quartier comptera à terme **5 000 habitants**.

Selon les recommandations de la CAMWATER pour ce type de zone, on adopte une dotation moyenne de **150 litres par jour et par habitant**. Le coefficient de pointe journalière $\mathrm{K1}K_1$ est estimé à **1,4** et le coefficient de pointe horaire K_2 à **1,8**. Le réseau sera neuf et bien entretenu, on prendra un coefficient de pertes $K_3=1,15$.

Questions :

1. Calculez la consommation journalière moyenne Q_{jm} du quartier (en m³/j).
2. Calculez le débit de pointe journalier $Q_{j\max}$ (en m³/j), qui servira à dimensionner la conduite d'alimentation du quartier.
3. Calculez le débit de pointe horaire $Q_{h\max}$ (en m³/h, puis en litres par seconde), qui servira à dimensionner les conduites du réseau de distribution interne.

Exercice 2 : Projection démographique et calcul des besoins futurs

Énoncé :
La ville de **Bafoussam** souhaite dimensionner une nouvelle conduite d'adduction pour répondre à ses besoins à l'horizon 2040. On dispose des données suivantes :

- Population actuelle (en 2026) : **350 000 habitants**.
- Taux d'accroissement annuel moyen de la population $\tau = 2{,}5\%$.
- Dotation moyenne actuelle : 90 l/jour/hab.
- Taux d'évolution annuelle de la consommation $\delta = 1{,}2\%$ (lié à l'amélioration du niveau de vie).
- Coefficient de pointe journalière $K_1 = 1{,}35$.
- Coefficient de pertes pour un réseau en bon état $K_3 = 1{,}20$.

Questions :

1. Estimez la population de Bafoussam en 2040 ($n = 14$ ans).
2. Estimez la dotation moyenne par habitant en 2040.
3. Calculez la consommation journalière moyenne totale Q_{jm} en 2040 (en m³/j).
4. Déterminez le débit de pointe journalier $Q_{j\max}$ (en m³/j) pour lequel la nouvelle conduite d'adduction devra être dimensionnée.

Exercice 3 : Cas concret d'une zone mixte (avec différents types de consommateurs)

Énoncé :
Vous devez estimer la demande en eau pour un nouveau quartier en développement à la périphérie de **Yaoundé**. Le quartier comprendra :

- Une zone résidentielle de 2 500 habitants (dotation 120 l/j/hab).
- Un petit hôpital de district de 50 lits (dotation 400 l/j/lit).
- Une école primaire publique de 600 élèves (dotation 15 l/j/élève).
- Une zone commerciale avec des petits commerces pour lesquels on ajoute **10%** aux besoins domestiques pour les prendre en compte.
- Le coefficient de pointe horaire K_2 pour ce type de zone est estimé à **2,2**.
- On prendra $K_1 = 1{,}4$ et un réseau bien entretenu avec $K_3 = 1{,}15$.

Questions :

1. Calculez la consommation journalière moyenne totale Q_{jm} du quartier (en m³/j), sans oublier les commerces.

2. Calculez le débit de pointe horaire $Q_{h\max}$ (en l/s) pour dimensionner le réseau de distribution.